

## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<b>(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> :</b> <b>G01J 5/20</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Numéro de publication internationale:</b> <b>WO 00/40937</b> <b>(43) Date de publication internationale:</b> 13 juillet 2000 (13.07.00)
<b>(21) Numéro de la demande internationale:</b> PCT/FR99/03301 <b>(22) Date de dépôt international:</b> 28 décembre 1999 (28.12.99) <b>(30) Données relatives à la priorité:</b> 98/16648 30 décembre 1998 (30.12.98) FR <b>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US):</b> COMMIS-SARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR). <b>(72) Inventeur; et</b> <b>(75) Inventeur/Déposant (US seulement):</b> AGNESE, Patrick [FR/FR]; 123, chemin Jules Renard, F-38340 Voreppe (FR). <b>(74) Mandataire:</b> RICHARD, Patrick; Brevatome, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).		<b>(81) Etats désignés:</b> JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Publiée</b> <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>

(54) Title: BOLOMETRIC DETECTOR WITH ANTENNA

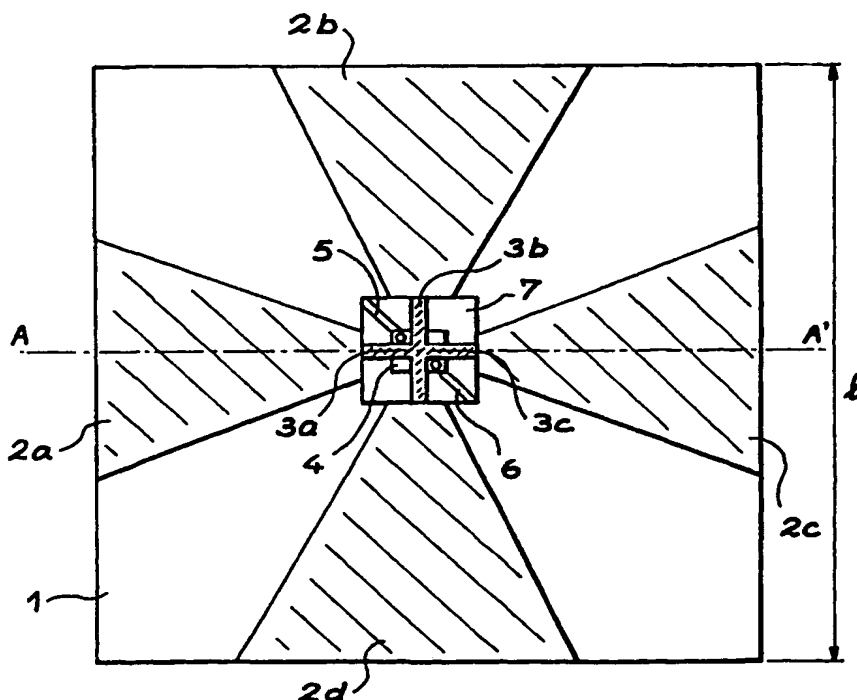
(54) Titre: DETECTEUR BOLOMETRIQUE A ANTENNE

## (57) Abstract

The invention concerns a bolometric detector comprising a receiver antenna (2a, 2b, 2c, 2d) to receive electromagnetic waves and a resistive load to convert the power of the electromagnetic waves into heating capacity. The resistive load is the antenna load resistance. The invention is particularly useful for detecting objects in all weather conditions (rain, fog, smoke and so on).

## (57) Abrégé

L'invention concerne un détecteur bolométrique comprenant une antenne de réception (2a, 2b, 2c, 2d) pour recueillir des ondes électromagnétiques et une charge résistive pour convertir la puissance des ondes électromagnétiques en puissance calorifique. La charge résistive est la résistance de charge de l'antenne. L'invention s'applique plus particulièrement à la détection d'objets dans des conditions "tout-temps" (pluie, brouillard, fumée, etc...).



# **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce		de Macédoine	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	ML	Mali	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MN	Mongolie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MR	Mauritanie	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MW	Malawi	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	MX	Mexique	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Pays-Bas	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NO	Norvège	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	NZ	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PL	Pologne		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	PT	Portugal		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RO	Roumanie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	RU	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SD	Soudan		
DK	Danemark	LR	Libéria	SE	Suède		
EE	Estonie			SG	Singapour		

**DETECTEUR BOLOMETRIQUE A ANTENNE**Domaine technique et art antérieur

5 L'invention concerne un détecteur bolométrique à antenne ainsi qu'un procédé de fabrication d'un tel détecteur.

L'invention s'applique plus particulièrement à la détection passive d'ondes électromagnétiques de longueurs d'onde millimétriques.

10 La détection est dite passive quand la scène observée émet, à elle seule, le signal à détecter soit, directement, par émission propre du corps gris qu'elle constitue, soit, indirectement, par réflexion sur un autre corps gris.

15 La détection passive d'ondes millimétriques repose actuellement sur deux principes différents.

Selon un premier principe, l'onde électromagnétique est détectée par une antenne de façon à créer un signal électrique dont le traitement est  
20 effectué par un circuit électronique fonctionnant à la fréquence de l'onde. Selon le deuxième principe, l'onde électromagnétique est détectée par une antenne de façon à créer un flux calorifique qui est mesuré.

Un inconvénient des détecteurs fonctionnant  
25 selon le premier principe est d'être limité en fréquence.

En effet, les technologies utilisées pour réaliser de tels circuits, telles que les technologies à base d'arséniure de gallium (AsGa) ou de phosphore  
30 d'indium (InP), sont actuellement inaccessibles à des fréquences dépassant, par exemple, 100 GHz.

Par ailleurs, dans le cas où les détecteurs doivent être rassemblés sous forme de matrice de  $n \times m$

détecteurs, de tels circuits présentent une dissipation élevée, par exemple de l'ordre de 1 watt pour une matrice 32x32. Ceci présente un autre inconvénient.

Les détecteurs fonctionnant selon le deuxième principe constituent la famille des détecteurs bolométriques.

La détection bolométrique est telle que la puissance de l'onde électromagnétique qui est recueillie par l'antenne est convertie dans une charge résistive en une puissance calorifique qui est mesurée. La mesure de la puissance calorifique est effectuée à l'aide d'une conductance thermique qui convertit le flux calorifique en élévation de température par rapport à une température de référence. L'élévation de température ainsi déterminée est convertie en un signal électrique par un élément dit "élément thermométrique".

Un détecteur bolométrique selon l'art connu est décrit dans l'article intitulé "Antenna-coupled bolometer with a micromachined - beam thermal link" et paru dans la revue "Appl. Phys. Letter. 71 (16)" datée du 20 octobre 1997.

Un tel détecteur bolométrique comprend :

- une antenne réceptrice pour recueillir les ondes électromagnétiques,
- une charge résistive pour convertir la puissance électromagnétique recueillie en puissance calorifique,
- une ligne ou guide de transmission pour transmettre les ondes électromagnétiques reçues par l'antenne vers la charge résistive,
- des moyens de mesure de la puissance calorifique.

La présence de la ligne ou guide de transmission entre l'antenne réceptrice et la charge

résistive présente plusieurs inconvénients. Un premier inconvénient est de participer de manière non négligeable à l'encombrement du détecteur bolométrique. Un autre inconvénient est la difficulté qu'il y a à

5 réaliser une telle ligne ou guide pour des circuits à fréquences élevées telles que, par exemple, des fréquences au-delà de 50 GHz.

L'invention ne présente pas ces inconvénients.

L'invention concerne un détecteur bolométrique

10 comprenant une antenne réceptrice pour recueillir des ondes électromagnétiques, l'antenne réceptrice ayant une résistance de charge, une charge résistive pour convertir la puissance des ondes électromagnétiques reçues en puissance calorifique et des moyens de mesure

15 de la puissance calorifique. La charge résistive est constituée par la résistance de charge de l'antenne réceptrice.

L'invention concerne également un procédé de fabrication de détecteur bolométrique comprenant une

20 antenne de réception et un élément thermométrique. Le procédé de fabrication comprend les étapes suivantes :

- une étape permettant de réaliser une structure constituée de l'empilement d'un substrat silicium, d'une couche d'oxyde et d'une couche de silicium,
- 25 - une étape permettant de réaliser une zone dopée dans la couche de silicium de façon à constituer l'élément thermométrique sous forme de diode et à recouvrir la couche de silicium d'une couche d'oxyde de silicium,
- une étape permettant de réaliser des contacts
- 30 électriques de la diode,
- une étape permettant de réaliser, par dépôt métallique sur la couche d'oxyde de silicium, les

éléments métalliques constituant l'antenne de réception,

- une étape consistant en la gravure sèche des couches d'oxyde et de silicium de façon à définir une zone  
5 évidée qui localise la diode,
- une étape consistant à déposer une couche de passivation et à graver cette couche pour laisser libre d'accès les contacts électriques de la diode et des zones de reprise de contact électrique des  
10 éléments métalliques d'antenne,
- une étape consistant à déposer une couche conductrice sur les contacts électriques de la diode, sur les zones de reprise de contact électrique des éléments métalliques d'antenne et sur la zone évidée qui  
15 localise la diode,
- une étape d'élimination de l'oxyde situé sous la diode et sous la zone évidée qui localise la diode de façon à créer une cavité.

Selon le mode de réalisation préférentiel de  
20 l'invention, un microbolomètre en silicium est associé à une antenne quadripolaire plane disposée sur une cavité diélectrique constituée par le support en silicium lui-même et résonnante aux fréquences d'utilisation. Une telle configuration est  
25 particulièrement bien adaptée à la réalisation d'un plan focal complexe de structure matricielle  $n \times m$  pixels rendant possible l'intégration d'un circuit de lecture ayant une faible dissipation. Par faible dissipation, il faut entendre, par exemple, une dissipation  
30 inférieure à 100 mW pour une matrice 32x32.

#### Brève description des figures

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture d'un mode de

réalisation préférentiel de l'invention fait en référence aux figures ci-annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 représente une vue de dessus d'un détecteur bolométrique selon l'invention,

5       - la figure 2 représente une vue en coupe simplifiée du détecteur bolométrique selon la figure 1,

- la figure 3 représente une vue de dessus de l'association de quatre détecteurs bolométriques selon un premier mode de réalisation de l'invention,

10       - la figure 4 représente une vue de dessus de l'association de quatre détecteurs bolométriques selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,

- la figure 5 représente une vue de détail d'un perfectionnement de détecteur bolométrique dans le cas  
15 d'une association de détecteurs bolométriques selon le deuxième mode de réalisation de l'invention,

- les figures 6A à 6H représentent un procédé de fabrication de détecteur bolométrique selon l'invention,

20       - la figure 7 représente un perfectionnement du procédé de fabrication de détecteur bolométrique selon les figures 6A et 6H.

Sur toutes les figures les mêmes repères désignent les mêmes éléments.

25

#### Description détaillée de modes de mise en oeuvre de l'invention

La figure 1 représente une vue de dessus d'un détecteur bolométrique selon l'invention.

30       Quatre éléments métalliques plans 2a, 2b, 2c, 2d reposent sur une couche de silicium 1. Ces quatre éléments sont disposés, préférentiellement, en forme de croix autour d'une partie centrale évidée 7. Les

éléments métalliques 2a et 2c sont alignés selon un axe AA' et les éléments métalliques 2b et 2d sont alignés selon un axe perpendiculaire à l'axe AA'.

5 Dans la partie centrale évidée 7, une structure conductrice en forme de croix à quatre bras 3a, 3b, 3c, 3d permet de relier entre eux les quatre éléments métalliques 2a, 2b, 2c, 2d. Les bras 3a et 3c sont alignés selon l'axe AA' et les bras 3b et 3d selon l'axe perpendiculaire à l'axe AA'.

10 Les quatre bras métalliques 3a, 3b, 3c, 3d recouvrent, là où ils se croisent, une diode 4. La diode 4 est réalisée comme décrit plus loin (cf. description figure 6a).

15 Les quatre éléments métalliques plans 2a, 2b, 2c, 2d constituent l'antenne permettant de recevoir le signal. Selon l'invention, les éléments métalliques 2a, 2b, 2c, 2d constituent également la charge résistive permettant de convertir la puissance des ondes électromagnétiques en puissance calorifique.

20 La puissance calorifique ainsi dissipée dans les éléments métalliques d'antenne conduit à un échauffement des bras 3a, 3b, 3c, 3d. L'échauffement des bras 3a, 3b, 3c, 3d conduit à l'échauffement de la diode 4. Il s'ensuit que la diode 4 constitue l'élément thermométrique du détecteur bolométrique. 25 Avantageusement, l'élément thermométrique (diode 4) est électriquement isolé du circuit d'antenne (éléments métalliques d'antenne et charges associées).

30 En l'absence de détection d'ondes électromagnétiques, la diode est parcourue par un courant de référence  $I_{ref}$ . Lorsqu'une onde électromagnétique est détectée, la diode 4 s'échauffe et le courant qui la parcourt diffère du courant  $I_{ref}$ .



Des métallisations 5 et 6 permettent de relier les deux bornes de la diode 4 à un circuit de traitement (non représenté sur la figure) des variations du courant qui parcourt la diode.

5           La diode 4 est implantée dans une pastille de silicium comme indiqué en figure 6A. On obtient ainsi un détecteur présentant une très faible masse calorifique pour un fonctionnement à température ambiante, un haut isolement thermique obtenu par le  
10 métal résistif des éléments 3a, 3b, 3c, 3d et une haute performance en bruit basse fréquence du fait de l'utilisation d'une diode thermométrique sur silicium monocristallin

          Vu de dessus, le détecteur bolométrique  
15 représenté en figure 1 constitue un carré de cote  $\ell$ . Selon le mode de réalisation préférentiel de l'invention, la cote  $\ell$  est égale à  $\lambda/2$ ,  $\lambda$  étant la longueur d'onde d'une onde pour laquelle une détection est souhaitée.

20           Dans le cas de signaux à détecter compris dans une bande de fréquences, la cote  $\ell$  est, préférentiellement, égale à  $\lambda/2$ ,  $\lambda$  étant la longueur d'onde de l'onde qui a pour fréquence la fréquence centrale de la bande de fréquences.

25           La figure 2 représente une vue en coupe simplifiée du détecteur bolométrique selon la figure 1. La coupe est faite selon l'axe AA' de la figure 1.

30           La structure de la figure 2 est composée d'un substrat silicium 8 sur lequel sont successivement empilés une couche d'oxyde, une couche de silicium 1 et les éléments métalliques 2a, 2b formant antenne.

Les couches d'oxyde 9 et de silicium 1 sont évidées dans leur partie centrale 7 de façon à permettre la suspension, sur l'évidement ainsi réalisé, des bras 3a et 3b ainsi que de la diode 4.

5

La figure 3 représente une vue de dessus de l'association de quatre détecteurs bolométriques selon un premier mode de réalisation de l'invention.

10 Les quatre détecteurs sont placés côte à côte de façon à constituer, en vue de dessus, un carré de côté L.

Selon le mode de réalisation préférentiel de l'invention, le côté L a pour longueur la longueur d'onde  $\lambda$  d'une onde pour laquelle la détection est  
15 souhaitée. Dans le cas de signaux à détecter compris dans une bande de fréquences, la cote L est, préférentiellement, égale à la longueur d'onde de l'onde qui a pour fréquence la fréquence centrale de la bande de fréquences. Selon ce mode de réalisation de  
20 l'invention, il n'est alors pas nécessaire d'associer un cornet à chaque détecteur bolométrique. Ce mode de réalisation est particulièrement avantageux puisqu'un cornet d'antenne est une structure à trois dimensions relativement encombrante et non entièrement réalisable  
25 par micro-usinage du silicium.

L'invention concerne cependant également le cas où chaque détecteur constitue lui-même un carré dont le côté  $\ell$  a pour longueur la longueur d'onde  $\lambda$ . Il s'ensuit que l'association de quatre détecteurs telle  
30 que celle de la figure 3 constitue une structure dont le côté L vaut sensiblement  $2\lambda$ .

Selon le mode de réalisation préférentiel de l'invention, les quatre diodes thermométriques sont montées en parallèle.

Comme cela a été décrit précédemment (cf. figure 1), chaque diode 4 est pourvue d'une première borne et d'une deuxième borne. Les liaisons conductrices entre les bornes des différentes diodes sont représentées en traits discontinus sur la figure 3.

Un premier ensemble de liaisons converge vers le centre du détecteur et relie les premières bornes des différentes diodes. Une reprise de contact R permet que soit établi un contact électrique entre les différentes liaisons de ce premier ensemble et une ligne de connexion  $L_B$  du bus B.

Un deuxième ensemble de liaisons  $l_1, l_2, l_3, l_4$  permet de relier à une même référence électrique telle que, par exemple, le substrat, les deuxièmes bornes de chaque diode.

La figure 4 représente une association de quatre détecteurs bolométriques selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

Selon ce deuxième mode de réalisation de l'invention, les ondes recueillies sont de type TE et TM. Comme cela est connu de l'homme de l'art l'abréviation TE provient de l'expression "Transverse Electrique" et l'abréviation TM de l'expression "Transverse Magnétique".

Selon ce mode de réalisation, la structure conductrice située dans la partie centrale 7 de chaque détecteur bolométrique et qui recouvre partiellement chaque diode 4 comprend seulement deux bras permettant

de relier deux des quatre éléments métalliques de l'antenne situés en vis-à-vis. En référence aux notations de la figure 1, si la structure conductrice d'un premier détecteur bolométrique comprend deux bras  
5 métalliques 3b, 3d reliés aux éléments métalliques d'antenne 2b et 2d, alors les bras métalliques 3a, 3c des structures conductrices des deux détecteurs bolométriques qui ont une face en commun avec le premier détecteur bolométrique sont reliées aux  
10 éléments métalliques d'antenne 2a, 2c.

De même que dans le cas de la figure 3, les quatre détecteurs bolométriques sont placés côte à côte de façon à constituer, en vue de dessus, un carré de côté L.

15 Les deux détecteurs bolométriques situés selon une première diagonale du carré permettent de recueillir des ondes d'un premier type, par exemple de type TM, et les deux détecteurs bolométriques situés selon la diagonale perpendiculaire à la première  
20 diagonale permettent de recueillir des ondes d'un deuxième type, par exemple de type TE.

Un ensemble de liaisons conductrices (lignes en traits discontinus et les lignes en traits continus  $l_a$ ,  $l_b$ ,  $l_c$ ,  $l_d$ ) permet de faire un montage parallèle, d'une  
25 part, des deux diodes associées aux deux détecteurs qui recueillent des ondes de type TM et, d'autre part, des deux diodes associées aux deux détecteurs qui recueillent des ondes de type TE.

Un bus de connexion  $B_{TE}$  permet une reprise  $R_1$   
30 des contacts électriques qui correspondent aux deux diodes montées en parallèle associées aux deux détecteurs qui recueillent les ondes de type TE. De

même, un bus de connexion  $B_{TM}$  permet une reprise  $R_2$  des contacts électriques qui correspondent aux deux diodes montées en parallèle associées aux deux détecteurs qui recueillent les ondes de type TM.

5           Avantageusement, l'invention selon ce deuxième mode de réalisation permet, du fait d'une imagerie à double polarisation TE et TM, de recueillir des informations riches d'enseignements sur la nature de matériaux polarisants pouvant être observés.

10           La figure 5 représente une vue de détail d'un perfectionnement de détecteur bolométrique dans le cas d'une association de détecteurs bolométriques selon le deuxième mode de réalisation de l'invention.

          La figure 5 représente une partie centrale  
15 évidée 10 de détecteur bolométrique. La partie centrale 10 comprend deux diodes 4 et 11. La diode 4 est partiellement recouverte de deux bras conducteurs 3b, 3d reliés aux éléments métalliques d'antenne 2b, 2d. Parallèlement à la diode 4 est située une diode 11  
20 partiellement recouverte de deux bras conducteurs 12b, 12d. Les deux bras conducteurs 12b et 12d sont électriquement isolés et reliés à la référence thermique que constitue le substrat silicium 8.

          Les diodes 4 et 11 sont polarisées dans les  
25 mêmes conditions et peuvent travailler soit en tension, soit en courant.

          Une telle configuration permet, par lecture différentielle des signaux issus des diodes, l'élimination de tout ou partie des signaux parasites  
30 que reçoit le détecteur bolométrique. En particulier, les signaux situés dans la bande de l'infrarouge thermique peuvent être avantageusement éliminés. De même, tout ou partie des fluctuations ou dérives

parasites de la température de référence du détecteur bolométrique peuvent être éliminées.

Les figures 6A à 6H représentent un procédé de fabrication de détecteur bolométrique selon un premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 6A représente la réalisation d'une structure constituée de l'empilement d'un substrat silicium 8, d'une couche d'oxyde 9, par exemple de type SIMOX, et d'une couche de silicium 1, par exemple épitaxiée ou déposée par report. La couche de silicium 1 est, par exemple, une couche de quelques dixièmes de microns d'épaisseur.

La figure 6B représente la réalisation d'une zone Z1 dopée dans la couche de silicium 1 et le recouvrement de cette dernière par une couche d'oxyde de silicium 10. La zone Z1 est réalisée, de façon connue en soi, par implantation localisée.

La figure 6C représente la réalisation des contacts électriques C1 et C2 de la diode thermométrique du détecteur bolométrique. Les ouvertures permettant de réaliser les contacts C1 et C2 sont réalisées par gravure de la couche d'oxyde 10. Les contacts C1 et C2 sont réalisés par dépôt et gravure de métal.

La figure 6D représente la réalisation des éléments métalliques (2a, 2b, 2c, 2d) qui constituent l'antenne du détecteur. Le métal des antennes est préférentiellement de faible résistivité électrique. La résistance entre les points extrêmes d'un même élément métallique d'antenne peut ainsi valoir, par exemple, quelques Ohms. Chaque élément métallique peut, par exemple, être constitué de trois couches métalliques

successives : une première couche, par exemple du chrome ou du titane, permet de garantir une bonne adhérence sur l'oxyde, une deuxième couche, par exemple du nickel ou du palladium, permet de réaliser une  
5 barrière de diffusion pour la troisième couche qui peut être, par exemple, en or.

La figure 6E représente l'opération permettant de définir la zone qui localise la diode thermométrique  
10 du détecteur. A cette fin, on procède à une gravure sèche en face avant de, successivement, la couche d'oxyde 10 et la couche de silicium 1.

L'étape représentée en figure 6F consiste à déposer une couche de passivation 11 et à graver cette  
15 couche pour laisser libre d'accès des zones de reprise de contact électrique sur la diode thermométrique et sur les éléments métalliques d'antenne.

L'étape représentée en figure 6G consiste à déposer et graver le conducteur 12 de la structure  
20 conductrice qui peut être, par exemple, un nitrure de métal tel que le nitrure de titane ou le nitrure de tungstène.

L'étape représentée en figure 6H consiste à éliminer, de façon connue en soi, l'oxyde sous la diode  
25 thermométrique et sous la zone qui localise la diode thermométrique de façon à créer la cavité 7.

La figure 7 représente un perfectionnement du procédé de fabrication de détecteur bolométrique selon  
30 les figures 6A à 6H.

Selon ce perfectionnement, le substrat silicium 8 est gravé en face arrière sous les éléments métalliques d'antenne. Cette gravure permet de modifier

les dimensions de la cavité résonnante que constitue le substrat silicium 8. Cette modification induit avantageusement un élargissement de la bande spectrale d'absorption du détecteur.

5           Comme cela a été mentionné précédemment, l'invention s'applique plus particulièrement à la détection d'ondes électromagnétiques de longueurs d'ondes millimétriques. Les fréquences des ondes électromagnétiques détectées sont, par exemple, les  
10 fréquences comprises dans les bandes de transparence de l'atmosphère, c'est-à-dire les fréquences centrées autour de 94 GHz, 140 GHz ou encore 220 GHz.

La transmission atmosphérique dans les bandes de fréquences mentionnées ci-dessus est de qualité  
15 supérieure à la transmission atmosphérique en bande infrarouge. Il s'ensuit avantageusement, selon l'invention, la possibilité de détecter des objets dans des conditions "tout-temps" (pluie, brouillard, fumée, etc...).

20



**REVENDEICATIONS**

1. Détecteur bolométrique comprenant au moins une antenne réceptrice (2a, 2b, 2c, 2d) pour recueillir des ondes électromagnétiques, l'antenne réceptrice  
5 ayant une résistance de charge, une charge résistive pour convertir la puissance des ondes électromagnétiques en puissance calorifique, un élément thermométrique (4) pour mesurer l'élévation de température, par rapport à une température de  
10 référence, associée à la puissance calorifique, caractérisé en ce que la charge résistive est constituée par la résistance de charge de l'antenne et en ce que l'élément thermométrique est électriquement isolé de la résistance de charge de l'antenne.

15 2. Détecteur bolométrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément thermométrique est une diode (4).

3. Détecteur bolométrique selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'antenne  
20 réceptrice est composée de quatre éléments métalliques séparés (2a, 2b, 2c, 2d) disposés en forme de croix autour d'une partie centrale (7) de façon que deux premiers éléments métalliques soient alignés selon un premier axe (AA') et les deux autres soient alignés  
25 selon un axe perpendiculaire au premier axe (AA'), les éléments métalliques (2a, 2b, 2c, 2d) étant disposés sur une couche de silicium (1), la couche de silicium présentant au niveau de la partie centrale (7) un évidement de façon que la diode (4) se trouve suspendue  
30 au-dessus d'un substrat silicium (8), en ce qu'il comprend des moyens permettant de suspendre la diode (4) constitués d'au moins un ensemble de deux bras métalliques (3a, 3b) un premier bras métallique (3a)

étant relié à un premier élément métallique (2a) et le deuxième bras métallique (3c) étant relié à l'élément métallique (2c) qui est aligné avec le premier élément métallique (2a).

5           4. Détecteur bolométrique selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'antenne réceptrice, la diode (4) qui constitue l'élément thermométrique et les moyens permettant de suspendre la diode (4) définissent, en vue de dessus, un  
10 encombrement de forme carrée, le côté du carré ayant une longueur sensiblement égale à la longueur d'onde de l'onde détectée.

          5. Détecteur bolométrique selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'antenne réceptrice, la diode (4) qui constitue l'élément thermométrique et les moyens permettant de suspendre la diode (4) définissent, en vue de dessus, un  
15 encombrement de forme carrée, le côté du carré ayant une longueur sensiblement égale à la moitié de la  
20 longueur d'onde de l'onde détectée.

          6. Dispositif d'imagerie comprenant au moins un détecteur bolométrique, caractérisé en ce que le détecteur bolométrique est un détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,

25           7. Dispositif d'imagerie selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un ensemble de quatre détecteurs bolométriques disposés côte à côte et dont les diodes (4) sont montées en parallèle.

30           8. Dispositif d'imagerie selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un ensemble de quatre détecteurs bolométriques disposés côte à côte, deux premiers détecteurs bolométriques

permettant de recueillir des ondes de type TE et les deux autres permettant de recueillir des ondes de type TM, les diodes (4) des deux premiers détecteurs bolométriques étant associées selon un premier montage  
5 parallèle et les diodes des deux autres détecteurs bolométriques étant associées selon un second montage parallèle.

9. Dispositif d'imagerie selon la revendication 8, caractérisé en ce que chaque détecteur bolométrique  
10 comprend une deuxième diode (11) placée au voisinage de la diode (4) qui constitue l'élément thermométrique, la deuxième diode (11) permettant, par lecture différentielle des signaux qu'elle génère et des signaux issus de la diode (4) qui constitue l'élément  
15 thermométrique, l'élimination de tout ou partie des signaux parasites reçus par le détecteur bolométrique.

10. Procédé de fabrication de détecteur bolométrique comprenant une antenne de réception et un élément thermométrique, caractérisé en ce qu'il  
20 comprend les étapes suivantes :

- une étape permettant de réaliser une structure constituée de l'empilement d'un substrat silicium (8), d'une couche d'oxyde (9) et d'une couche de silicium épitaxié (1),
- 25 - une étape permettant de réaliser une zone (Z1) dopée dans la couche de silicium (1) de façon à constituer l'élément thermométrique sous forme de diode (4) et à recouvrir la couche de silicium (1) d'une couche d'oxyde de silicium (10),
- 30 - une étape permettant de réaliser des contacts électriques (C1, C2) de la diode (4),
- une étape permettant de réaliser, par dépôt métallique sur la couche d'oxyde de silicium (10),

les éléments métalliques (2a, 2b, 2c, 2d) constituant l'antenne de réception,

- une étape consistant en la gravure sèche des couches d'oxyde (10) et de silicium (1) de façon à définir  
5 une zone évidée qui localise la diode (4),
- une étape consistant à déposer une couche de passivation (11) et à graver cette couche (11) pour laisser libre d'accès les contacts électriques (C1, C2) de la diode (4) et des zones de reprise de  
10 contact électrique des éléments métalliques d'antenne,
- une étape consistant à déposer une couche conductrice (12) sur les contacts électriques (C1, C2) de la diode (4), sur les zones de reprise de contact  
15 électrique des éléments métalliques d'antenne et sur la zone évidée qui localise la diode (4),
- une étape d'élimination de l'oxyde située sous la diode (4) et sous la zone évidée qui localise la diode (4) de façon à créer une cavité (7).

20 11. Procédé de fabrication de détecteur bolométrique selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend une étape supplémentaire consistant à graver le substrat silicium (8) sous les éléments métalliques d'antenne.

25

30

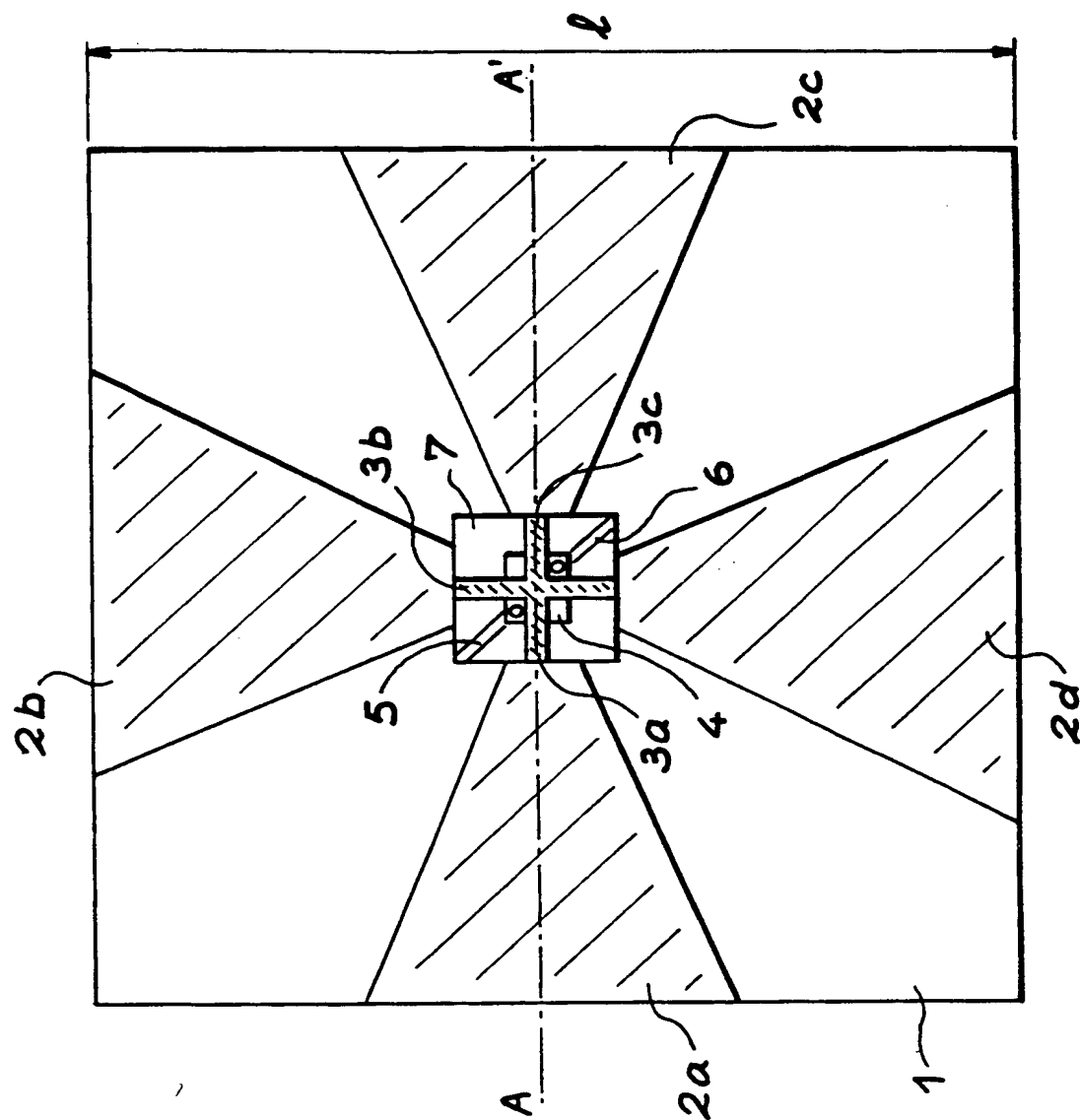


FIG. 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

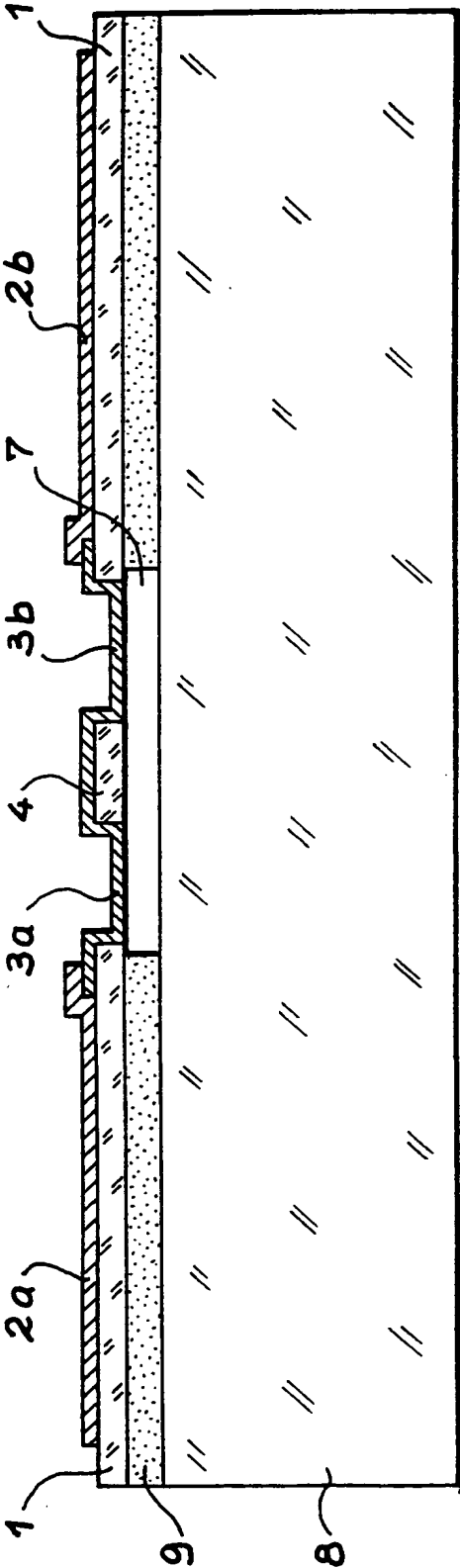


FIG. 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



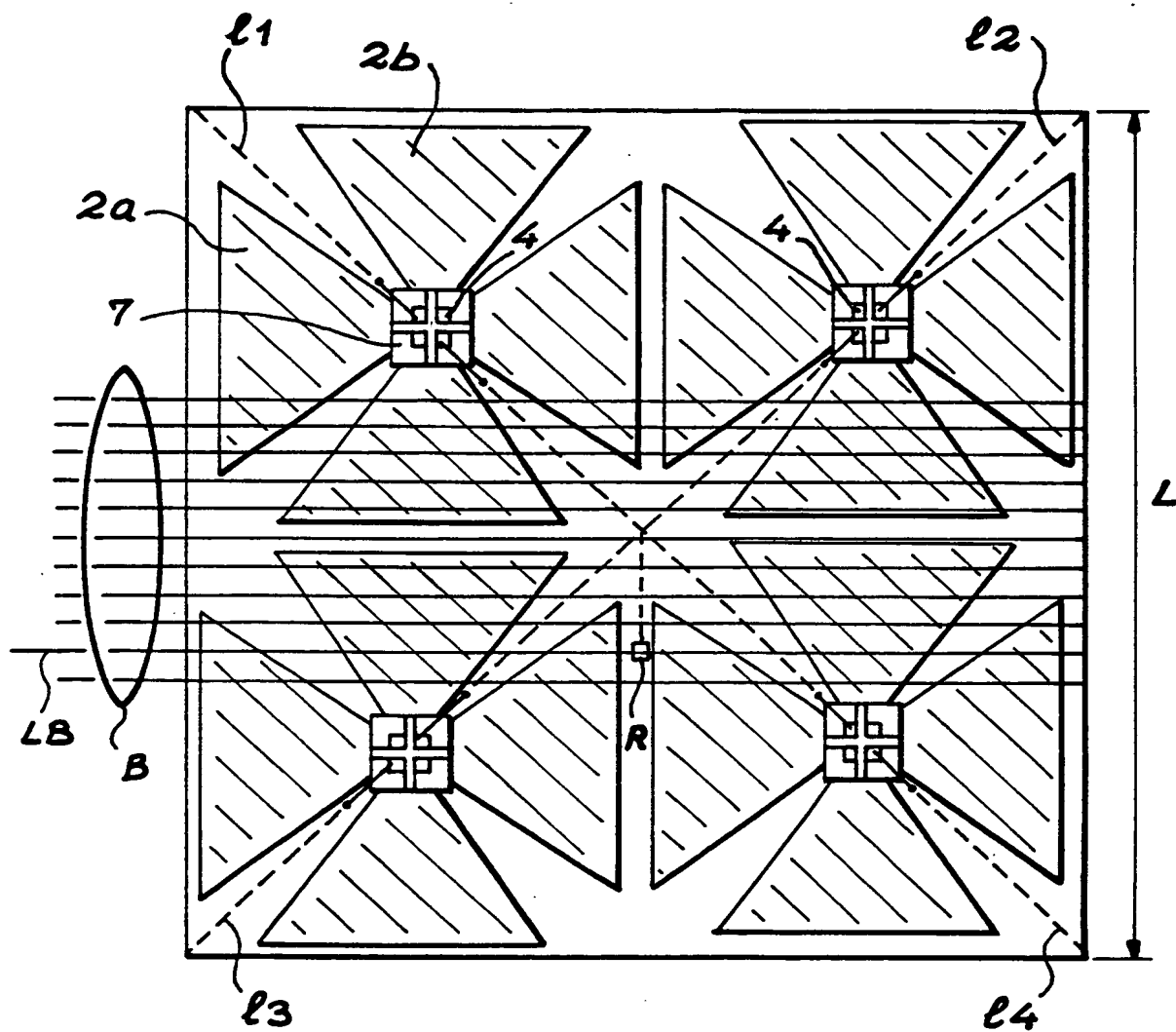


FIG. 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

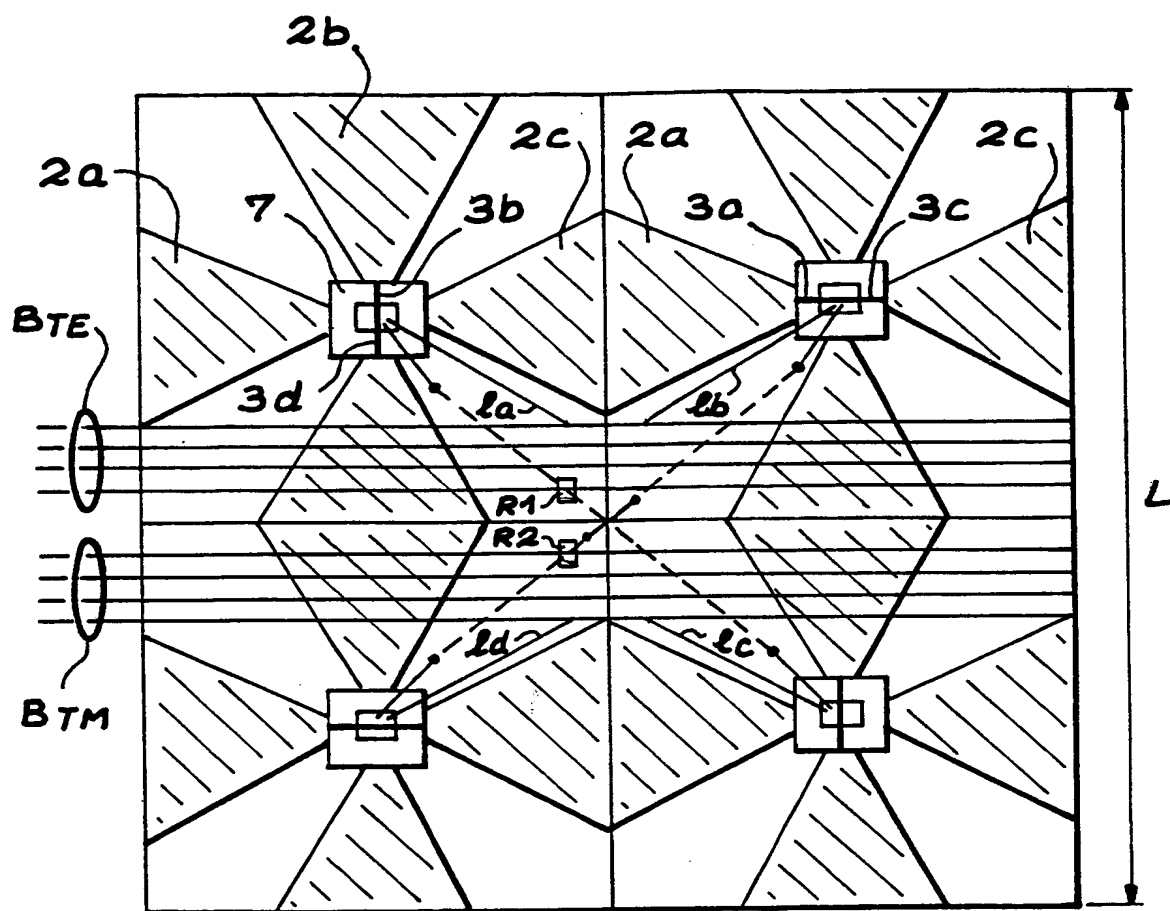


FIG. 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

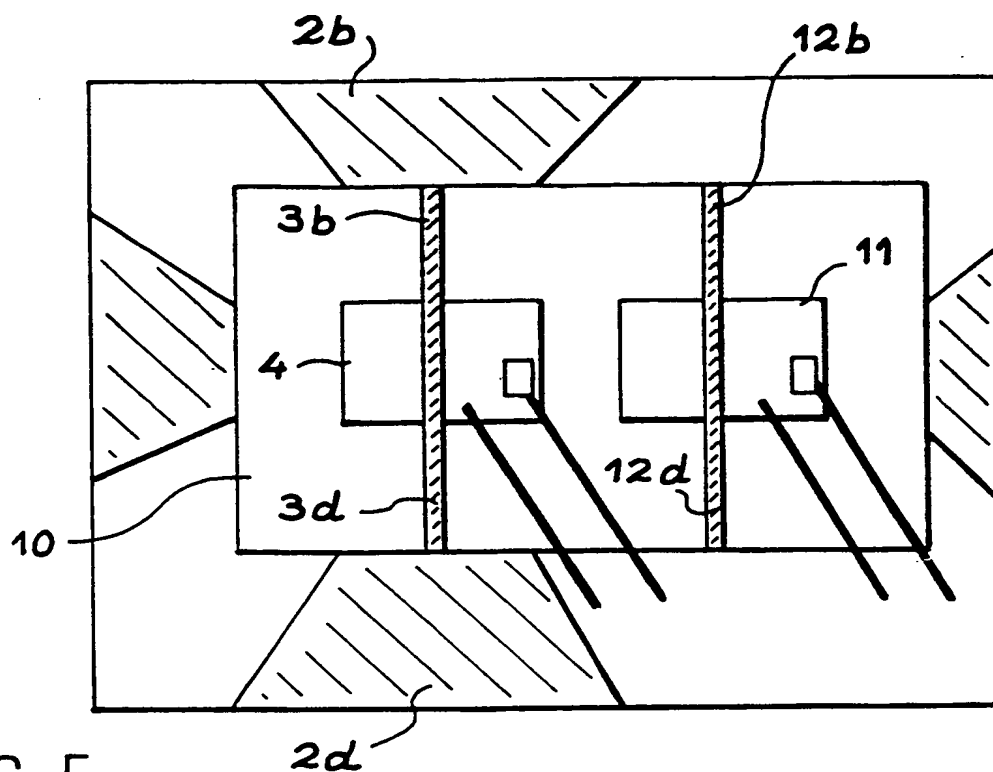


FIG. 5

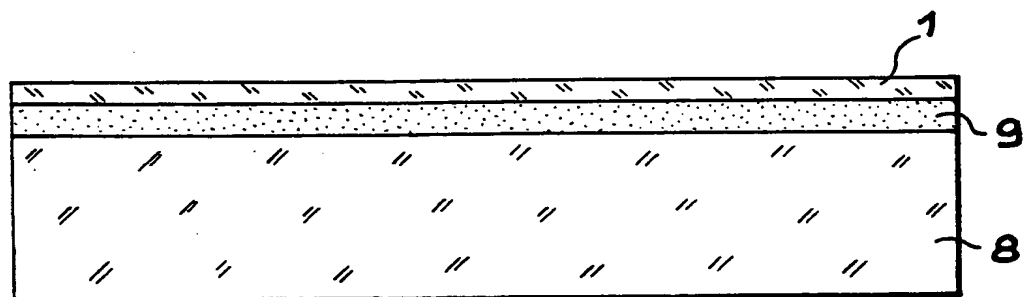


FIG. 6A

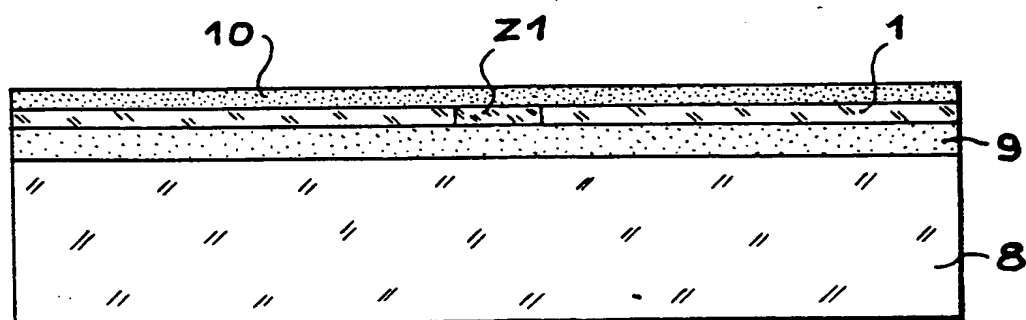


FIG. 6B

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

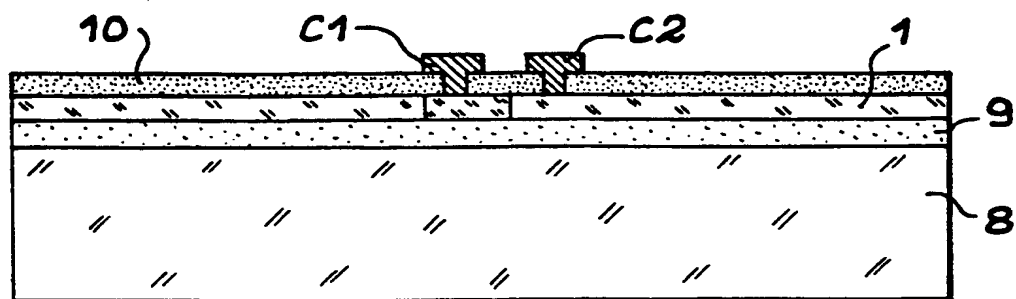


FIG. 6C

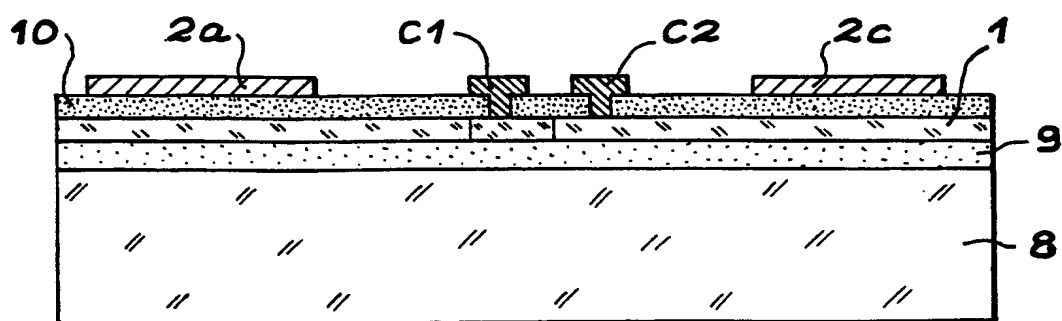


FIG. 6D

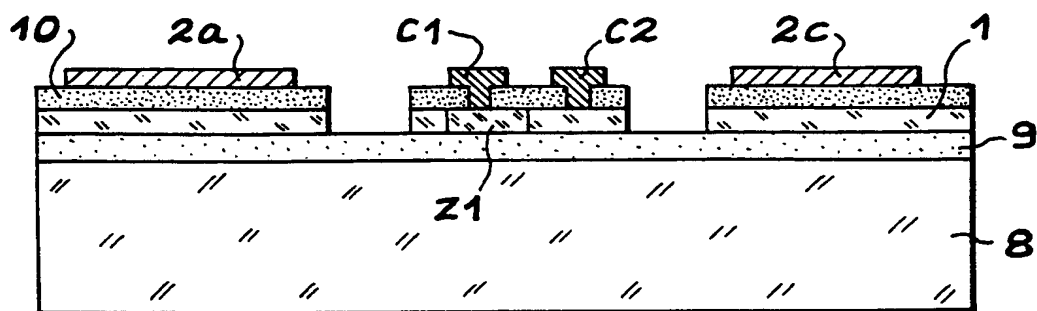


FIG. 6E

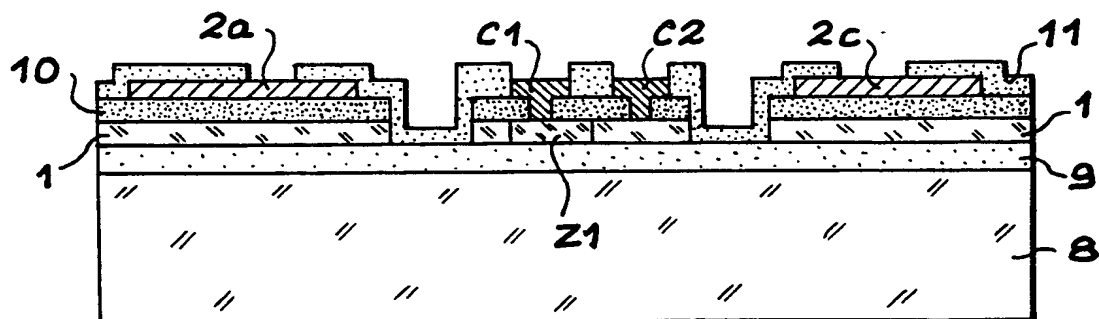


FIG. 6F

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



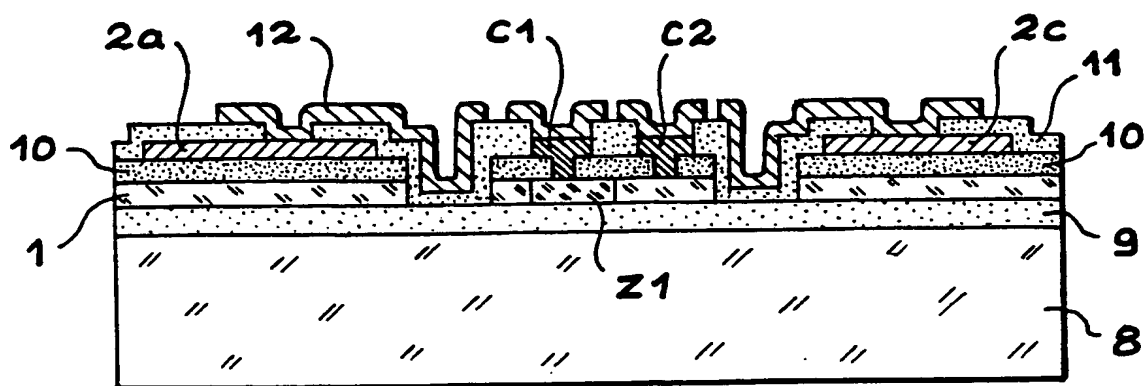


FIG. 6 G

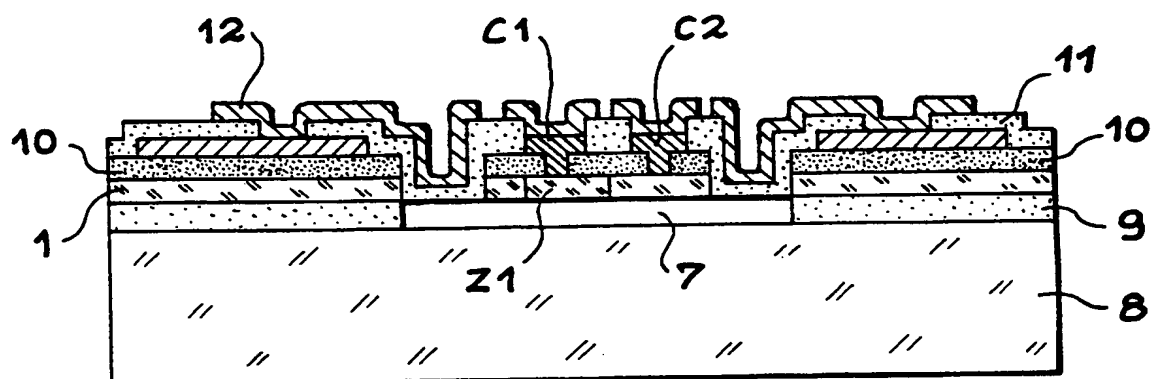


FIG. 6 H

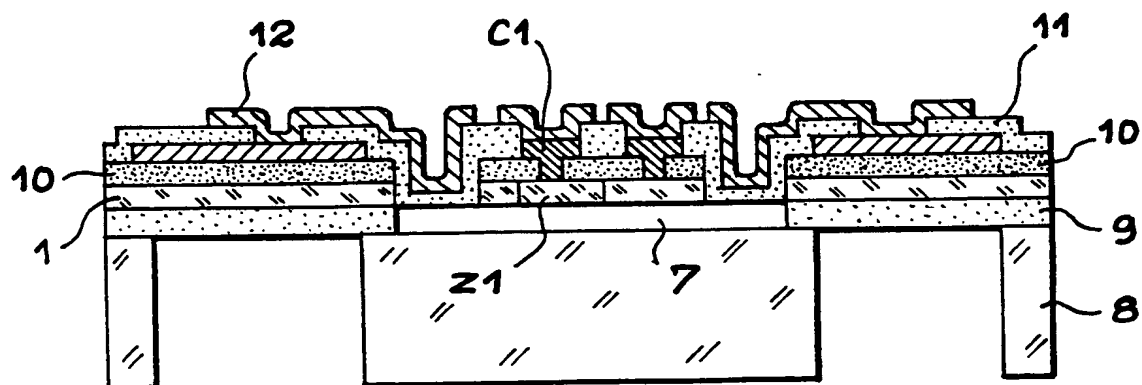


FIG. 7

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No.

PCT/FR 99/03301

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01J5/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01J G01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 93 25877 A (HONEYWELL INC) 23 December 1993 (1993-12-23) page 1, line 10 - line 20 page 2, line 15 - line 22 page 3, line 10 -page 5, line 15 figure 2A	1,2,6 3-5,7
Y A	WO 97 21250 A (LOCKHEED MARTIN IR IMAGING SYS) 12 June 1997 (1997-06-12) page 11, line 19  page 13, line 9 - line 19 page 17, line 6 -page 18, line 1 page 21, line 17 -page 22, line 3 figures 8A,9	1,2,6 4,5,7, 10,11
	— -/- —	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 March 2000

Date of mailing of the international search report

23/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Jacquin, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 99/03301

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 5 171 733 A (HU QING)  15 December 1992 (1992-12-15)  column 3, line 2 - line 15  column 3, line 52 - line 57  column 4, line 51 - line 61  column 5, line 29 - line 35  figure 2</p>	1,3
A	<p>OSTERMAN, PATT, HUNT, PETERSON:  "Antenna-coupled bolometer with a  micromachined-beam thermal link".  APPLIED PHYSICS LETTERS,  vol. 71, no. 16,  20 October 1997 (1997-10-20), pages  2361-2363, XP000725894  cited in the application  page 2361, column 2, line 1 -page 2362,  column 1, line 28  page 2362, column 2, line 23 - line 40</p>	1-5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Application No

PCT/FR 99/03301

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9325877 A	23-12-1993	DE 69216862 D DE 69216862 T EP 0645001 A JP 7507141 T	27-02-1997 12-06-1997 29-03-1995 03-08-1995
WO 9721250 A	12-06-1997	AU 1408497 A EP 0865672 A US 5760398 A	27-06-1997 23-09-1998 02-06-1998
US 5171733 A	15-12-1992	NONE	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**PCT/FR 99/03301**

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 5 171 733 A (HU QING)  15 décembre 1992 (1992-12-15)  colonne 3, ligne 2 - ligne 15  colonne 3, ligne 52 - ligne 57  colonne 4, ligne 51 - ligne 61  colonne 5, ligne 29 - ligne 35  figure 2</p>	1,3
A	<p>OSTERMAN, PATT, HUNT, PETERSON:  "Antenna-coupled bolometer with a  micromachined-beam thermal link"  APPLIED PHYSICS LETTERS,  vol. 71, no. 16,  20 octobre 1997 (1997-10-20), pages  2361-2363, XP000725894  cité dans la demande  page 2361, colonne 2, ligne 1 -page 2362,  colonne 1, ligne 28  page 2362, colonne 2, ligne 23 - ligne 40</p>	1-5



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Den  mationale No

PCT/FR 99/03301

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9325877	A	23-12-1993	DE 69216862 D	27-02-1997
			DE 69216862 T	12-06-1997
			EP 0645001 A	29-03-1995
			JP 7507141 T	03-08-1995
WO 9721250	A	12-06-1997	AU 1408497 A	27-06-1997
			EP 0865672 A	23-09-1998
			US 5760398 A	02-06-1998
US 5171733	A	15-12-1992	AUCUN	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**